

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-541649

(P2002-541649A)

(43) 公表日 平成14年12月3日(2002.12.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 21/304	6 2 1	H 0 1 L 21/304	6 2 1-D 3 C 0 5 8
	6 2 2		6 2 2 M
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00	A
			H
			K
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 56 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-587924(P2000-587924)  
 (86) (22) 出願日 平成11年12月16日(1999.12.16)  
 (85) 翻訳文提出日 平成13年6月18日(2001.6.18)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US99/30112  
 (87) 国際公開番号 WO00/35627  
 (87) 国際公開日 平成12年6月22日(2000.6.22)  
 (31) 優先権主張番号 09/212,929  
 (32) 優先日 平成10年12月16日(1998.12.16)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, I T, LU, MC, NL, PT, SE), IL, JP, K R, SG

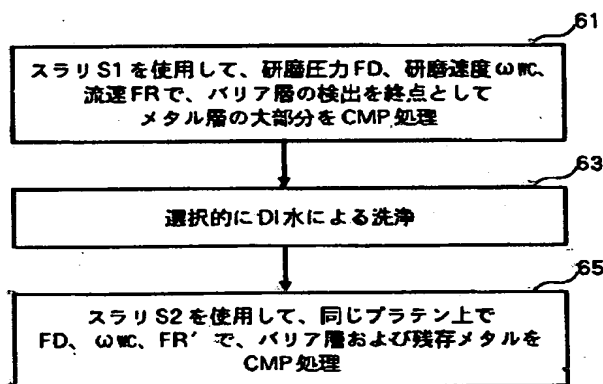
(71) 出願人 スピードファム-アイビーイーシー コーポレーション  
 SpeedFam-IPEC Corporation  
 アメリカ合衆国 アリゾナ 85226, チャンドラー, ノース 54ティーエイチストリート 305  
 305 North 54th Street, Chandler, Arizona 85226 U. S. A.  
 (74) 代理人 弁理士 佐野 良太 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチステップCMP

## (57) 【要約】

マルチステップCMPシステムを用いて、ウェハを研磨し、上にバリア層、メタル層が形成されている絶縁体層中にメタルの相互接続を形成する。第1研磨工程において、第1スラリーおよび第1研磨パラメータを用いて、メタル層の上部を取り除き、絶縁体層中に残存メタルを残してメタル相互接続として使用する。同じプラテンおよび研磨パッド上でウェハの第2研磨工程を行い、第2研磨パラメータ下で第2スラリーを用いバリア層の一部を除去する。この第2研磨工程は絶縁体層の上部表面からバリア層を取り除き、これによってメタルの相互接続を形成する。ディッシング (dishing) および絶縁体侵食を低減するために、第2スラリーは、バリア層を絶縁体層中の残存メタルよりも速い速度で除去するように選択される。第1研磨工程と第2研磨工程の間で、洗浄 (クリーニング) 工程が選択的に実行される。さらに、第1研磨工程は、ディッシングおよび絶縁体侵食をさらに低減するためにソフトランディング工程を含めることができる。または、第1研磨工程において、メタルおよびバリア層の一部を取り除き、絶縁体層中に残存メタルを残



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** ケミカル・メカニカル・ポリッシング（以下、CMPという。）装置を用いて、ウェハのCMPを実行するための方法であって、CMPは集積回路のメタル相互接続を製造する工程においてウェハに対して実行され、

前記ウェハはその上に、相互接続を定義するようにパターン形成された絶縁体層が形成され、バリア層がこの絶縁体層上に形成され、メタル層がこのバリア層の上方に形成されており、

前記CMP装置は、研磨パッドがその上に装着されたプラテンと、スラリー供給器と、ウェハキャリアとを有する、前記方法は、

前記ウェハキャリアを用いて前記CMP装置の前記研磨パッドの動作位置に前記ウェハを配置する段階と、

前記CMP装置に第1の研磨パラメータを設定して第1スラリーを用いて前記ウェハの第1研磨を行う段階と、

前記CMP装置に第2の研磨パラメータを設定して第2スラリーを用いて前記ウェハの第2研磨を行う段階とを含み、前記第2研磨は前記第1研磨において使用された研磨パッドおよびプラテンを用いて実行され、前記第2スラリーは前記第1スラリーとは異なる方法。

**【請求項2】** 前記メタル層は銅を含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層内相互接続の一部分を含む、請求項1記載の方法。

**【請求項3】** 前記メタル層はタングステンを含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層間相互接続の一部分を含む、請求項1記載の方法。

**【請求項4】** 前記第2研磨において前記第2スラリーの能力がおおきな大きな影響を受けないように前記第1研磨の後に前記研磨パッドを洗浄する段階をさらに含む、請求項1記載の方法。

**【請求項5】** 前記研磨パッドを洗浄する段階は脱イオン水で前記研磨パッドを洗浄して前記研磨パッドから前記第1スラリーを取り除く段階を含む、請求項4記載の方法。

**【請求項6】** 前記研磨パッドを洗浄する段階は、前記研磨パッドを調整する段

階を含む、請求項5記載の方法。

【請求項7】 前記第1研磨は、前記メタル層の一部を取り除いてバリア層の一部を露出させ、残存するメタル層の一部を残して前記絶縁体層に定義された相互接続の一部として機能させる、請求項1記載の方法。

【請求項8】 前記第2研磨を、前記絶縁体層中に定義された相互接続の一部を構成しない前記バリア層の露出部分を取り除くために実行する、請求項7記載の方法。

【請求項9】 前記ウェハの第1研磨を行う段階は、バリア層の部分が完全に露出する前に、第3の研磨パラメータの下で第1スラリーを使用してウェハを研磨する段階をさらに含み、前記第3研磨パラメータは前記第1研磨パラメータの対応するパラメータとは少なくとも一つのパラメータにおいて異なる、請求項7記載の方法。

【請求項10】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれと比較して、メタル層よりもバリア層に対してより選択的である、請求項7記載の方法。

【請求項11】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーと比較して低い固体濃度を有する、請求項7記載の方法。

【請求項12】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーとおおよそ同じpHを有する、請求項7記載の方法。

【請求項13】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子の平均直径は、前記第1スラリーの研磨粒子のそれよりも小さい、請求項7記載の方法。

【請求項14】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子は前記第1スラリーの研磨粒子よりも平均してよりソフトである、請求項7記載の方法。

【請求項15】 前記第1研磨はメタルおよびバリア層の一部を取り除いて絶縁体層の一部を露出させるとともに、メタルおよびバリア層の残存部分を残して前記絶縁体層に定義された相互接続として機能させる、請求項1記載の方法。

【請求項16】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれよりも、メタル層に対する絶縁体層への選択性が高い、請求項15記載の方法。

【請求項17】 前記第2研磨が、前記絶縁体層の前記露出部分の上部を除去するために実行される、請求項15記載の方法。

【請求項18】 集積回路のメタル相互接続を製造する工程において、ウェハのケミカル・メカニカル・ポリッシング（以下、CMPという。）を実行する装置であって、前記ウェハはその上に、相互接続を定義するようにパターン形成された絶縁体層が形成され、バリア層がこの絶縁体層上に形成され、メタル層がこのバリア層の上方に形成されている、前記装置は、

第1の研磨パラメータおよび第1スラリーを用いて前記ウェハの第1研磨を行う第1研磨手段であって、前記第1研磨手段は前記第1研磨を実行するためのプラテンと当該プラテンの上に装着された研磨パッドとを有する第1研磨手段と、

第2の研磨パラメータおよび第2スラリーを用いて前記ウェハの第2研磨を行う第2研磨手段であって、前記第2研磨を前記第1研磨に使用されたプラテンおよび研磨パッドを用いて実行する第2研磨手段とを含んで構成され、

前記第2スラリーは前記第1スラリーとは異なる装置。

【請求項19】 前記メタル層は銅を含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層内相互接続の一部を含む、請求項18記載の装置。

【請求項20】 前記メタル層は銅を含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層内相互接続の一部を含む、請求項18記載の装置。

【請求項21】 前記第2研磨において前記第2スラリーの能力が大きな影響を受けないように前記第1研磨の後に前記研磨パッドを洗浄する工程を実行する洗浄手段をさらに有する、請求項18記載の装置。

【請求項22】 前記洗浄手段は、脱イオン水で前記研磨パッドを洗浄して前記研磨パッドから前記第1スラリーを取り除く、請求項21記載の装置。

【請求項23】 前記洗浄手段は、前記研磨パッドを調整するように構成されている、請求項22記載の装置。

【請求項24】 前記研磨手段は、前記第1研磨において前記メタル層の一部を取り除いてバリア層の一部を露出させ、前記第1研磨において残存するメタル層の一部を残して前記絶縁体層に定義された相互接続の一部として機能させる、請求項18記載の装置。

【請求項25】 前記研磨手段は、前記絶縁体層中に定義された相互接続の一部を構成しない前記バリア層の露出部分を、前記第2研磨において取り除く、請求項24記載の装置。

【請求項26】 前記研磨手段はさらに、前記バリア層の部分が完全に露出する前に、第3の研磨パラメータの下で第1スラリーを使用してウェハを研磨するように設定され、前記第3研磨パラメータは前記第1研磨パラメータの対応するパラメータとは少なくとも一つのパラメータにおいて異なる、請求項24記載の装置。

【請求項27】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれと比較して、メタル層よりもバリア層に対してより選択的である、請求項24記載の装置。

【請求項28】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーと比較して低い固体濃度を有する、請求項24記載の装置。

【請求項29】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーとおおよそ同じpHを有する、請求項24記載の装置。

【請求項30】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子の平均直径は前記第1スラリーの研磨粒子のそれよりも小さい、請求項24記載の装置。

【請求項31】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子は前記第1スラリーの研磨粒子よりも平均してよりソフトである、請求項24記載の装置。

【請求項32】 前記研磨手段は、前記第1研磨においてメタルおよびバリア層の一部を取り除いて絶縁体層の一部を露出させるとともに、メタルおよびバリア層の残存部分を残して前記絶縁体層に定義された相互接続として機能させる、請求項18記載の装置。

【請求項33】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれよりも、メタル層に対する絶縁体層への選択性が高い、請求項32記載の装置。

【請求項34】 前記第2研磨において、前記絶縁体層の前記露出部分の上部を除去する、請求項32記載の装置。

【請求項35】 ウェハの研磨を行うケミカル・メカニカル・ポリッシング（以下、CMPという。）装置であって、前記ウェハはその上に、相互接続を定義する

ようにパターン形成された絶縁体層が形成され、バリア層がこの絶縁体層上に形成され、メタル層がこのバリア層の上方に形成されている、前記CMP装置は、研磨パッドが装着されるプラテンと、

前記研磨パッドと連動する供給器であって、複数のスラリーを互いに分離して貯蔵し、前記貯蔵されたスラリーの一つまたはそれ以上を選択的に前記研磨パッドに供給する供給器と、

前記ウェハを選択的に保持するウェハキャリアと、

前記プラテン、前記供給器およびウェハキャリアと結合した制御装置であって、前記CMP装置に前記ウェハの第1研磨および第2研磨を実行させる制御装置とを含み、

前記第1研磨において、前記制御装置は第1研磨パラメータにしたがって前記ウェハと前記研磨パッドとの間に研磨動作を生じさせるように前記ウェハキャリアと前記プラテンとを動作させるとともに、前記供給器に第1スラリーを前記ウェハと前記研磨パッドの境界面に供給させ、

前記第2研磨において、前記制御装置は第2研磨パラメータにしたがって前記ウェハと前記研磨パッドとの間に研磨動作を生じさせるように前記ウェハキャリアを動作させるとともに、前記供給器に第2スラリーを前記ウェハと前記研磨パッドの境界面に供給させ、前記第2スラリーは前記第1スラリーとは異なる、CMP装置。

【請求項36】 軌道運動を行うCMP装置であることを特徴とする、請求項35記載のCMP装置。

【請求項37】 前記メタル層は銅を含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層内相互接続の一部分を構成する、請求項35記載のCMP装置。

【請求項38】 前記メタル層はタングステンを含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層間相互接続の一部分を構成する、請求項35記載のCMP装置。

【請求項39】 前記研磨パッドを洗浄して、前記研磨パッドから前記第1スラリーを除去するように構成されたパッド調整器をさらに有する、請求項35記載

のCMP装置。

【請求項40】 前記制御装置は、前記調整器に、前記研磨パッドの洗浄の間、脱イオン水で前記研磨パッドを洗浄して前記研磨パッドから前記第1スラリーを取り除くように動作させる、請求項39記載のCMP装置。

【請求項41】 前記第1研磨は、前記メタル層の一部を取り除いてバリア層の一部を露出させ、残存するメタル層の一部を残して前記絶縁体層に定義された相互接続の一部として機能させる、請求項35記載のCMP装置。

【請求項42】 前記第2研磨は、前記絶縁体層中に定義された相互接続の一部を構成しない前記バリア層の露出部分を取り除く、請求項41記載のCMP装置。

【請求項43】 前記第1研磨はさらに、前記バリア層の部分が完全に露出する前に、第3の研磨パラメータの下で第1スラリーを使用してウェハを研磨し、前記第3研磨パラメータは前記第1研磨パラメータの対応するパラメータとは少なくとも一つのパラメータにおいて異なる、請求項41記載のCMP装置。

【請求項44】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれと比較して、メタル層よりもバリア層に対してより選択的である、請求項41記載のCMP装置。

【請求項45】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーと比較して低い固体濃度を有する、請求項41記載のCMP装置。

【請求項46】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーとおおよそ同じpHを有する、請求項41記載のCMP装置。

【請求項47】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子の平均直径は前記第1スラリーの研磨粒子のそれよりも小さい、請求項41記載のCMP装置。

【請求項48】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子は前記第1スラリーの研磨粒子よりも平均してよりソフトである、請求項41記載のCMP装置。

【請求項49】 前記第1研磨は、前記第1研磨においてメタルおよびバリア層の一部を取り除いて絶縁体層の一部を露出させるとともに、メタルおよびバリア層の残存部分を残して前記絶縁体層に定義された相互接続として機能させる、請求

項35記載のCMP装置。

【請求項50】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれよりも、メタル層に対する絶縁体層への選択性が高い、請求項49記載のCMP装置。

【請求項51】 前記第2研磨を前記絶縁体層の前記露出部分の上部を除去するために実行する、請求項49記載のCMP装置。

【請求項52】 以下の工程を有するワイヤリング構造を形成するための処理。

- (a) 基板上の層間絶縁層に少なくとも一つの開口部を形成する工程
- (b) 前記少なくとも一つの開口部に導電性金属を、前記層間絶縁層の上面から突出するように成長させる工程
- (c) 前記突出した部分の上部を厳しい条件下で研磨する工程
- (d) 前記突出した部分の残っている部分を、前記導電性金属が前記層間絶縁層の上面と平坦になるまで、より穏やかな条件下で研磨する工程

【請求項53】 以下の工程を有するワイヤリング構造を形成するための処理。

- (a) 基板上の層間絶縁層に少なくとも一つの開口部を形成する工程
- (b) 前記少なくとも一つの開口部に導電性金属を、前記層間絶縁層の上面から突出するように成長させる工程
- (c) 前記突出した部分の上部を高速に研磨する工程
- (d) 前記突出した部分の残っている部分を、前記導電性金属が前記層間絶縁層の上面と平坦になるまで、低速で研磨する工程

**【発明の詳細な説明】****【0001】****(発明の分野)**

本発明は化学機械研磨 (Chemical Mechanical Polishing: CMP) に関し、さらに詳細にはCMPプロセス中に2以上のスラリーを使用するCMPシステムに関する。

**【0002】****(発明の背景)**

CMPは集積回路の製造において、ウェハの表面を平坦化して続くフォトリソグラフィック処理の工程を容易にしたり、ウェハ上に形成された層の一部分を全面的に取り除いたりするためにしばしば用いられる。

特に、CMPは層間相互接続 (たとえば、コンタクトまたはビアス (vias) としてのメタル (金属) プラグ) を生成するために、または層内相互接続 (たとえば、ダマシン (damascene) プロセスにおける銅相互接続ライン) の形成のために用いられる。

さらに、CMPは、単一の金属層のデポジションを用いて層間相互接続と層内相互接続の両方を形成するデュアルダマシンプロセスにおいても用いることができる。

**【0003】**

図1は、ウェハ11を研磨する従来のCMPシステム10を表す図である。CMPシステム10は、ウェハ11を保持するウェハキャリアWC1と、研磨パッド13を持つプラテンP1と、スラリーS1を供給するスラリー供給器15とから構成される。従来のCMPシステム10では、研磨圧FD1をかけるためにウェハキャリアWC1に対して下向きの力が加えられる。ウェハ11の表面を研磨するために、ウェハキャリアWC1は $\omega_{WC1}$ の速度で回転し、プラテンP1は $\omega_{P1}$ の速度で典型的には反対の向きに回転する。この例においては、供給器15は研磨パッド13の表面にスラリーS1を供給して研磨処理を促進する。

**【0004】**

この例において、スラリーS1は金属の研磨のために設計されたスラリーである。メタルスラリー (金属の研磨のためのスラリー) は典型的には水性で、コロイ

ド緩衝液中に直径20から200nmのオーダーの研磨粒子を有する。スラリーの密度は1%から5%（重量パーセント）であり、そのpHは通常3から11である。

#### 【0005】

図2Aおよび図2Bは、従来の単一工程のCMP処理におけるウェハ11（図1）の断面図を示す図である。以下の説明の理解を容易にするために、いくつかの図面において同一または類似の機能または構造を持つ要素については同一の参照符号を用いることにする。

#### 【0006】

図2Aを参照して、ウェハ11（図1）はトランジスタゲートのような能動素子が組み込まれた半導体基板21を有し、その上には絶縁体層23、バリア（barrier:緩衝）層25およびメタル（金属）層27が形成されている。ここで、バリア層25は、絶縁体層23に簡単には付着しないメタル層のための粘着層または接着層として機能することが理解されよう。たとえば、メタル層27はタングステン（W）層とすることができ、このときCMPシステム10（図1）は、絶縁体層23のコンタクトホールの中にタングステンのプラグを形成するために、メタル層27の上部を取り除くのに使用される。

#### 【0007】

バリア層25は、チタン（Ti）、窒化チタン（TiN）またはチタンと窒化チタンの積層体であって、緩衝または接着の目的を持つ。図2Bは、従来のCMP処理が実行された後の構造を示す図である。

より詳細には、図1、2A、2Bを参照して、ウェハ11はメタル層27が研磨パッド13に向いた状態でウェハキャリアWC1に保持される。供給器15はメタルスラリーS1を研磨パッド13上に流速FR1で供給する。スラリーS1は通常、バリア層25および絶縁体層21と比較してメタル層27に対しより高い選択性を持つようなものが選択される。プラテンP1およびウェハキャリアWC1はそれぞれ $\omega P1$ および $\omega WC1$ の速度でそれぞれ回転する。

さらに、下向きの力FD1がウェハキャリアWC1に加えられ、この従来型のメタルポリッシング処理が実行される。

## 【0008】

この従来の処理では、絶縁体層23はCMP処理における研磨停止層として用いられる。停止点が検出されると、研磨が比較的短い時間だけ継続され、絶縁体層23の表面からすべてのバリア層25が確実に取り除かれるようにする。スラリーS1のメタル層27への比較的高い選択性のために、メタル層27の除去速度はバリア層25および絶縁体層23のそれらよりも大きい。結果として、バリア層の除去の終了の時点で、比較的に大きなメタルの凹み（またはディッシング：dishing）がコンタクトホールに発生する。この様子は、図2Aに周囲の絶縁体領域の高さよりも低いメタル層27<sub>1</sub>として示される。このメタルの凹みの大きさは図2Bにおいて $\delta$ として示されている。さらに、絶縁体層23はいわゆるフィールド領域に比較してコンタクトホールの近辺においてより速い速度で除去される。これはコンタクトホールが、コンタクトホールの領域において絶縁体層23の構造的な完全性を弱めているためにこの除去速度の違いを生じさせているものと考えられている。この効果をここでは絶縁体侵食（dielectric erosion）と呼ぶ。絶縁体侵食の大きさは図2Bにおいて $\alpha$ として示されている。通常のCMPの適用形態において、この $\alpha$ および $\delta$ の両方を最小化し、一方CMPシステム10によって処理されるウェハのスループットを最大化することが望ましいことは容易に理解されよう。

## 【0009】

CMPにおける他の問題が図3に示されている。図3は、絶縁体層23の一部を示したものであり、メタルスラリーS1によって研磨された後、この上にマイクロスクラッチ（Microscratch、微小な引っかき傷）が形成されていることがわかる。通常、メタル層およびバリア層をよく除去するスラリーは、絶縁体層にマイクロスクラッチを生じさせる。メタルの研磨においてマイクロスクラッチは通常望ましいものではない。ひどい場合にはその後に絶縁体層のうえに形成されるメタル相互接続間の短絡を引き起こすこともある。

## 【0010】

上述のディッシングの問題を解決するための従来の解決策の一つが図4に示されている。図4は、2つのプラテン、2つのスラリーを持つCMPシステム40を

示す。CMPシステム40は、CMPサブシステム41および42を含む。この例においては、CMPサブシステム41にはCMPシステム10（図1）が用いられ、CMPサブシステム42は本質的にCMPサブシステム41の複製である。さらに詳細には、CMPサブシステム42はウェハキャリアWC2、研磨パッド43を持つプラテンP2、およびスラリーS2のためのスラリー供給器45を有する。ウェハキャリアWC2には研磨圧力 $F_{D2}$ をもたらすために下向きの力が与えられる。ウェハキャリアWC2は $\omega_{WC2}$ の速度で回転し、一方プラテンP2は反対方向に $\omega_{P2}$ の速度で回転する。供給器45は、第2の研磨処理において研磨パッド43上にスラリーS2を供給する。サブシステム41および42はマルチステーションCMP装置の各ステーションでも、または独立したCMP装置でもよい。

### 【0011】

この従来のやり方では、CMPサブシステム41は、CMPシステム10について説明したようにスラリーS1、ウェハキャリアWC1、プラテンP1を用いたウェハ11のメタル研磨に用いられる。次に、ウェハ11は洗浄され（図示せず）、スラリーS2を用いた絶縁体研磨のためにCMPサブシステム42への移される。マイクロスクラッチおよび／または絶縁体侵食を減少させるために、スラリーS2は絶縁体層23の研磨に最適化されている（これを「第2プラテンバフがけ」と呼ぶこともある）。ディッシングを減少させるために、メタル層の研磨はバリア層25（図2.A）をメタル研磨終了点として用いて実行される。ウェハ11はそれから、バリア層の研磨に最適化されたスラリーS2を用いたバリア層の研磨のために、CMPサブシステム42へと移される。これらの従来のシステムは2つのプラテンを用いる。これは通常スラリーS1とS2との間に両立性がないためである。たとえば、メタルスラリーは通常低いpHを持ち、一方絶縁体スラリーは高いpHを持つ。これらのスラリーを同じプラテン上で混ぜると通常スラリー中の研磨粒子が綿状の固まりになって（凝集：floculation）、懸濁液から析出し、メタル除去の均一性を不所望に悪化させる。しかしながら、ウェハを第2のプラテンに移す工程が要求されていることはCMPシステム40のスループットを不所望に下げる要因となる。したがって、ウェハの均一性およびスループットを低下させずに、ディッシング、絶縁体の侵食、マイクロスクラッチの問題を改善するCMPシステムを提

供することが望ましい。

#### 【0012】

##### (発明の概要)

本発明にしたがって、単一のプラテンを用いるマルチステップCMPシステムが提供される。このマルチステップCMPシステムはコンタクト、ビアス (vias)、ダマシン (Damascene) 配線のようなメタル相互接続を形成するのに好適に使用可能である。このような適用例においてはウェハはその上に、絶縁体層の中またはそれを貫通するような相互接続を決定するようにパターン化されている絶縁体層と、この絶縁体層の上にデポジションされるブランケットなメタル層を有している。通常の場合、バリア層が絶縁体層とメタル層の間に形成される。

#### 【0013】

本発明の一実施形態において、CMPシステムは研磨パッドを持つプラテンと、ウェハキャリア、供給器 (dispenser) および制御装置を有する。この制御装置は、CMPシステムがウェハの第1研磨を実行するように設定されている。この第1研磨は、メタル層の上部を除去し、メタル相互接続として機能する残存のメタルを絶縁体層の中に残す。この第1研磨は、研磨パラメータの第1セットの下でメタルスラリーを用いて行われる。

#### 【0014】

次に、この制御装置はCMPシステムが、研磨パラメータの第2セットの下で第2スラリーを用いて、ウェハの第2研磨を実行させる。

一実施形態において、この第2スラリーはバリア層の研磨に最適化されたスラリーである。第2研磨が実行され、絶縁体層の上部表面からバリア層が取り除かれ、メタル相互接続が形成される。バリアスラリーが使用されているので、バリア層は、絶縁体層の中に残存しているメタルよりも速い速度で除去されるので、従来の単一ステップのシステムに比べてメタルのディッシング (凹み) を少なくすることができる。さらに、両方の研磨工程に単一のプラテンを使用するので、上述の2プラテンのシステムよりもスループットが大きい。

#### 【0015】

本発明の他の特徴として、第1と第2の研磨工程の間に、研磨パッド上の第1

スラリーのほとんど（理想的にはすべて）を除去する洗浄工程（クリーニング工程）が用いられる。ウェハは研磨パッドから持ち上げられ、脱イオン水（de-ionized water）を用いて第1スラリーの付いた研磨パッドを洗浄する。一実施形態として、この洗浄工程においてパッド調整器（コンディショナー）を用いることも可能である。

#### 【0016】

本発明のさらに他の特徴として、第1研磨工程を第1スラリーを用いたソフトランディング工程を含むように変更することが可能である。この場合、第1研磨における大半の金属の除去は、実質的に上述の実施形態における第1研磨と同様である。

#### 【0017】

しかしながら、接触面における金属は異なった（通常はよりマイルドな）研磨パラメータを用いてバリア層から取り除かれる。たとえば、研磨圧力は、ソフトランディング工程においては、通常低くされる。このソフトランディング工程はディッシングや絶縁体侵食を減少させる傾向がある。その理由は、よりマイルドな研磨パラメータにおいては、研磨処理中に研磨パッドが絶縁体層の相互接続の開口部に弾性的に進入する範囲が減少する傾向があるからである。この研磨パッドが相互接続の開口部への侵入が残存金属の研磨（金属のディッシングが生じる）および相互接続の開口部周辺の領域から絶縁体を除去（絶縁体侵食が生じる）を引き起こすと考えられている。

#### 【0018】

さらに本発明の他の特徴として、第1研磨において、金属層の上部に加えてバリア層の一部を除去するように変更することができる。第1研磨が絶縁体層の一部を露出させ、残存する金属およびバリアを絶縁体層の中に残して金属相互接続として機能させる。洗浄工程は第1研磨工程の後で選択的に実行される。

#### 【0019】

次に制御装置は、CMPシステムに研磨パラメータの第2セットの下で第2スラリーを用いて第2研磨工程を実行させる。一実施形態において、第2スラリーは絶縁体層の研磨に最適化されたスラリーである。この第2研磨工程は、従来の単

一ステップのシステムにおけるメタルおよびバリアスラリーを用いた研磨工程に比べて絶縁体層において十分に小さなマイクロクラッチしか生じさせずに、絶縁体層の上部を除去する。さらに、絶縁体スラリーを用いているので、絶縁体層は、絶縁体層中の残存メタルよりも速い速度で除去される。これによって、相互接続の開口部の近辺の領域における絶縁体層と残存メタルとの間の段差の高さを減らすのに役立つ。さらに、同じプラテンを2つの研磨工程に使用するので、上述の2プラテンのシステムに比べて高いスループットが得られる。

### 【0020】

(図面の簡単な説明)

本発明の上述の特徴およびそれに付随するその他の多くの特徴は、以下の図面を参照することによってさらに容易に理解することができる。

図1は、従来のCMPシステムを表した図である。

図2A、図2Bは、従来の単一ステップのCMP処理におけるウェハの断面図である。

。

図3は、従来のCMP処理後のマイクロクラッチを持つウェハの一部分を示した図である。

図4は、従来の2プラテン・2スラリーのCMPシステムを示す図である。

図5は、本発明の一実施形態であるマルチステップCMPシステムを表す図である。

。

図6は、本発明の一実施形態である図5のマルチステップCMPシステムの動作を示す流れ図である。

図7A-Dは、本発明の一実施形態である図5および6のマルチステップCMPシステム動作中におけるウェハの断面図である。

図8は、本発明の他の実施形態である、図5のマルチステップCMPシステムの動作を示す流れ図である。

図9A-Eは、本発明の一実施形態である、図5および図8のマルチステップCMPシステムの動作中におけるウェハの断面図である。

図10は、本発明の他の実施形態である、図5のマルチステップCMPシステムの動作を示す流れ図である。

図11A-Dは、本発明の一実施形態である図5および図10のマルチステップCMPシステムの動作中におけるウェハの断面図である。

図12は、本発明の一実施形態であるマルチステップCMPシステムと従来の単一ステップのCMPシステムのそれぞれによって生じるディッシング (dishing) の比較図である。

図13は、本発明の一実施形態であるマルチステップCMPシステムと従来の単一ステップのCMPシステムのそれぞれによって生じる絶縁体侵食の比較図である。

#### 【0021】

(詳細な説明)

図5は、本発明の一実施形態である単一プラテン・マルチステップCMPシステム50を示す図である。CMPシステム50は、ウェハキャリア51と、研磨パッド53を持つプラテン52と、スラリー供給器56と、パッドコンディショニング装置 (PCU) 57と、制御装置59とから構成される。この実施例は、オービタル (orbital) 方式のCMP装置、たとえばアリゾナ州フェニックスにあるIPEC Plana r社から供給されるAvantGaard676型CMP装置を用いて実現することができる。

#### 【0022】

ウェハ11を研磨するために、ウェハキャリア51はウェハ11を保持し、研磨圧力FDを得るために下向きの力が加えられる。さらに、ウェハキャリア51は $\omega_{WC}$ の速度で回転し、プラテン52は $\omega_{ORB}$ の速度でオービタル軌道 (orbital path) を移動する。供給器56は、研磨パッド53の研磨表面に、プラテン52および研磨パッド53の孔 (図示せず) を介して、スラリーを供給する。この実施例においては、供給器56はいくつかの異なった種類のスラリーおよび脱イオン (DI) 水を蓄えることができる。供給器56はCMP処理中に必要なときにスラリーS1、スラリーS2、およびDI水を供給できる。パッドコンディショニング装置57は、ウェハの研磨工程の間に研磨パッド53を洗浄し、調整する。制御装置59は一以上のマイクロプロセッサまたはマイクロコントローラを持ち (図示せず)、適切なプログラムによってウェハキャリア51、プラテン52、供給器56、およびパッドコンディショニング装置57の動作を制御する。

#### 【0023】

図6は、本発明の一実施形態であるCMPシステム50（図5）の動作を示す流れ図である。図7A-Dは、この実施形態におけるCMPシステム50の動作中におけるいくつかのポイントでのウェハの構造を示す断面図である。図5、図6、および図7A-Dを参照して、CMPシステム50は次のように動作する。CMPを開始する前に、ウェハ11の半導体基板21上に、絶縁体層23、バリア層25、およびメタル層27が形成される。絶縁体層23は、基板21上にブランクデポジションで形成された酸化層である。たとえば、絶縁体層23は、テトラエトキシシラン（Tetraethylorthosilicate:TEOS）の分解によって形成される二酸化シリコンでよい。絶縁体層23は次にパターン化され、集積回路製造の業界において標準的なフォトリソグラフィック技術を用いて、基板の選択された領域を露出させるコンタクトホールを形成するようにエッチングされる。バリア層25が次に絶縁体層23の上およびコンタクトホール内部で基板21に接触するようにデポジションされる。バリア層25を構成する材料は、一般にメタル層27を構成する金属の種類に依存する。たとえば、メタル層27がタングステン（W）でできていれば、バリア層25は通常Ti、TiN、またはTiとTiNの積層物によって構成される。メタル層27が銅（Cu）でできていれば、バリア層25は通常タンタル（Ta）、窒化タンタル（TaN）、またはTaとTaNの積層物によって構成される。上述の構造が図7Aに図示されている。

#### 【0024】

この実施例において、CMPシステム50はメタル層27の上部を除去し、絶縁体層23の孔（バリア層25で縁取りされている）にプラグを形成してコンタクトを形成するために用いられる。ステップ61において、CMPシステム50はメタル層27のCMPを実行すべく通常の方法で用いられる。さらに詳細には、図7Aに示されるように、制御装置59が供給器56に研磨パッド53の表面にメタルスラリーS1を供給させる。さらに、制御装置59がウェハキャリア51を速度 $\omega$ WCで回転させ、研磨圧力FDを与えるようにする。さらに、制御装置59はプラテン52に速度 $\omega$ ORBでオービタル運動させる。

#### 【0025】

スラリーS1は適切なメタルスラリー、たとえばマサチューセッツ州ボストンに

あるCabot Corporation社から供給されるCabot4110や、ニューキャロライナ州シャーロットにあるBaikowski社から供給されるBaiPlanar7L、タングステンの研磨にはCabotSSW-2000でよい。一般に、スラリーS1は、水をベースにした、pH3から11の、直径がおおよそ20から200nmの研磨粒子を持つコロイド懸濁液であって、スラリーの密度はおおよそ1から5重量パーセントである。好適には、スラリーS1はメタル対バリアで10対1以上の選択比を有する。

#### 【0026】

本実施例においては、メタルの研磨は、バリア層25が露出するまで行われる。たとえば、この工程は適切な従来の終了点検出手法を用いてバリア層25を研磨終了点として実行される。もしくは、時間管理 (timed) 手法が使用される。メタル層27の上部が取り除かれた結果、メタル層27の残存部分つまりプラグ272が(図7A)絶縁体層23の中に形成されたバリア(層)によって縁取りされたコンタクトホール内に残る。メタル研磨はバリア層が検出されたときに停止するので、通常はプラグ272にいくらかのメタルの凹みまたはディッシングがある。しかし、このようなメタルの凹みの大きさは、図1、2Aおよび2Bを参照して説明したような従来の手法に比べて小さい。結果として形成された構造を図7Bに示す。

#### 【0027】

工程63では、制御装置59はウェハキャリア51を研磨パッド53およびラテン52から持ち上げて浮かす。つぎに制御装置59はDI水を用いて、研磨パッド上のスラリーS1の量を減らすように研磨パッド53の洗浄を行う。さらに詳細には、制御装置59は供給装置56からDI水を供給しつつ、パッドコンディショニング装置57で研磨パッド53を洗浄する。この工程は、スラリーS2がスラリーS1との両立性に応じて、選択的なものになる。たとえば、工程63は、スラリーS1が低いpHを持つスラリーであり、スラリーS2が高いpHを持つスラリーであるときに効果的に使用される。DI水による洗浄で研磨パッド53上の残存するスラリーS1の量が十分に減少し、これにより不所望な凝集(フロキュレーション)を減らすことができる。この工程は図7Cに、矢印71でDI水がウェハ11の表面に流れる様子として示されている。対照的に、スラリーS2は濃度の低いスラリ

—S1と同等のものと、またはスラリーS1と同等のpHを持つものとすることができる。たとえば、スラリーS2はスラリーS1と同じpHで、より小さい研磨粒子を持ち、よりソフトな研磨特性をもつように構成することができる。このような場合、類似した特性を持つ両スラリーはフロキュレーションの問題を起こすことがないと考えられ、工程63は省略可能である。

#### 【0028】

工程65において、制御装置59はウェハキャリア51を制御して、ウェハ11を研磨パッド53に第2研磨圧力 $FD'$ 、第2回転速度 $\omega_{WC}'$ で接触させる。さらに、制御装置59は、プラテン52を第2速度 $\omega_{ORB}'$ でオービタル運動させ、供給器57にスラリーS2をウェハ11の表面に供給させる（図7Cの矢印73で示される）。この第2研磨工程は、図7Dに示されるように、絶縁体層25の表面が露出するまで続けられる。この研磨工程において、プラグ272（図7C）もまた研磨され、それによって比較的少ない量のメタルが取り除かれて図7Dに示されるようなプラグ273が形成される。

#### 【0029】

一実施形態において、スラリーS2はバリア層25の除去に最適化される。好適には、スラリーS2はメタルに対してバリアと同じ（1対1）またはより小さい選択比を持つ。適切なバリアスラリーであればどのようなもので使用でき、たとえばバリア層25がTa、Ta<sub>N</sub>またはTaとTa<sub>N</sub>の積層から構成されている場合にはCabot Corporation社の4200型が使用できる。または、バリア層25がTi、Ti<sub>N</sub>またはTiとTi<sub>N</sub>の積層から構成されている場合には、スラリーS2としてBaikowski International社のBaipplanar41型をpH4以下で 사용할 ことができる。第2研磨工程では、スラリーS2のバリア対メタルの選択性が低いので、 $\delta$ （メタルの凹みまたはディッシング）の値は効果的に小さくなる。さらに、スラリーS2の絶縁体に対するバリアへの選択性が、スラリーS1のそれよりも高いものになるように選択すれば、 $\alpha$ の値（絶縁体侵食）も小さくすることができる。つまり、絶縁体の233の部分の厚みと、絶縁体の234の部分の厚みの差が、従来の単一ステップの処理を使用した場合に比べて、小さくなる。

表1は一実施形態であるこの処理の各工程の研磨パラメータの各値を簡潔にまと

めたものである。

【表1】

	第1研磨	洗 浄	第2研磨
FD	2 - 6psi	0	2 - 6psi
ωWC	12 - 36rpm	なし	12 - 36rpm
ωORB	200 - 600rpm	なし	200 - 600rpm
FR	50 - 150ml/分	100 - 400ml/分	50 - 150ml/分
時間	バリアを終了点	10秒	絶縁体を終了点
スラリー	Cabot SSW-2000	DI水	Cabot SSW-2000(50%)

【0030】

本実施形態の説明においては、コンタクト形成との関係でCMPシステム50を説明しているが、集積回路製造の当業者であれば、このCMPシステム50がビアス(vias)の形成にも、またはダマシン(Damascene)技術を用いた層内相互接続の形成にも使用できることが理解されよう。ダマシン技術はCu(銅)の相互接続製造技術において使用されている。

【0031】

図8は、本発明の他の実施形態としてのCMPシステム50(図5)の動作を示す流れ図である。図9A-EはCMPシステム50の動作のこの実施形態における各ポイントでのウェハの構造を示したものである。この実施形態は、図5、6および7A-Dを参照してすでに説明した実施形態と実質的に同じであるが、「ソフトランディング」を実現するために工程61を2つの工程に分けた点が異なっている。ここで、この「ソフトランディング」という用語は終了点近くにおいて研磨パラメータを変化させて除去速度を低下させ、ディッシングや絶縁体侵食を少なくするという意味あいを使用する。

【0032】

図5、8および9A-Eを参照して、CMPシステム50は以下のように動作する。工程81において、CMPシステム50はメタル層27のCMPを標準的なやり方で実行する。さらに詳細には、制御装置59は供給器56に研磨パッド53の表面に

メタルスラリーS1を供給させる。この様子は図9Aに示されている。スラリーS1はメタル層27を研磨するのに適切なメタルスラリーである。好適には、スラリーS1はメタル対バリアで10対1以上の選択比を有する。さらに、制御装置59はウェハキャリア51を速度 $\omega_{WC}$ で回転させ、研磨圧力FDを加える。さらに、制御装置59はプラテン52を速度 $\omega_{ORB}$ でオービタル運動させる。

#### 【0033】

この実施形態において、メタル研磨工程はバリア層25が露出する少し手前で停止される。たとえば、この工程は時間設定による研磨技術によって実行される。図9Bに示されるように、比較的薄いメタル層274がバリア層25の上に残っている。この研磨工程は、バリア層25を研磨することなしにメタル層27の大部分（図9A）を取り除くために行われるので、工程81は高い除去速度に最適化される。

#### 【0034】

工程83において、制御装置59はソフトランディングを行うために研磨パラメータを変更する。さらに詳細には、制御装置59は供給器56にスラリーS1の供給を継続させる。さらに、ウェハ11を研磨パッド53から取り外すためにウェハキャリア51を持ち上げる必要はない。一方で、研磨圧力FD、スラリーの流速FR、研磨速度 $\omega_{WC}$ およびオービタル運動速度 $\omega_{ORB}$ をそれぞれ減少させる。この実施形態において、工程83はバリア層25が検出されるまで実行され、結果として図9Cに示されるように絶縁体層23中のバリアによって縁取りされたコンタクトホール内にメタルプラグ275が形成される。このソフトランディングはメタルプラグ275のディッシングを少なくするように機能する。続いて、工程63および工程65がすでに説明したように実行される。

表2は一実施形態であるこの処理の各工程の研磨パラメータの各値を簡潔にまとめたものである。

#### 【表2】

	第1研磨	ソフトランディング	洗 浄	第2研磨
FD	3-6psi	1-3psi	0	2-6psi
$\omega_{WC}$	18-36rpm	12-24rpm	n/a	18-36rpm
$\omega_{ORB}$	300-600rpm	200-400rpm	n/a	300-600rpm
FR	50-150ml/分	50-150ml/分	100-400ml/分	50-150ml/分
時間	所 定	バリアを終了点	10 秒	絶縁体を終了点
スラリー	Cabot 4110	Cabot 4110	DI水	Cabot 4200

## 【0035】

図10は、本発明の他の実施形態としてのCMPシステム50（図5）の動作を示す流れ図である。図11A-DはCMPシステム50の動作のこの実施形態における各ポイントでのウェハの構造を示したものである。

工程101において、CMPシステム50はメタル層27のCMPを標準的なやり方で実行する。さらに詳細には、制御装置59は供給器56に研磨パッド53の表面にメタルスラリーS1を供給させる。この様子は図11Aに示されている。好適には、スラリーS1はメタル対バリアで10対1以上の選択比を有する。さらに、制御装置59はウェハキャリア51を速度 $\omega_{WC}$ で回転させ、研磨圧力FDを加える。さらに、制御装置59はプラテン52を速度 $\omega_{ORB}$ でオービタル運動させる。

## 【0036】

この実施形態において、このメタル研磨工程は、図11Bに示されるように、絶縁体層23が露出するまで行われる。たとえば、工程101は適切な従来の終点検出手法を用いて絶縁体層23を研磨の停止点として実行される。絶縁体層23から残存のバリア層の材料をすべて除去するために余分の研磨（オーバーポリッシュ）を実行することもできる。バリア層25およびメタル層27の上部を除去すると、絶縁体層23中のバリアによって縁取りされたコンタクトホール内に、残存部分つまりプラグ271（図11B）が形成される。絶縁体層が現れるまでメタル研磨をやめないのが、通常プラグ271には大きなディッシングが生じる。このディッシングの大きさは、図1、2A、および2Bを参照して説明した従来の手法によるディッシングと同程度である。

## 【0037】

次に、工程63が実行され、すでに図6において説明したように、ウェハキャリア51が持ち上げられ、DI水による洗浄が実行される。次に工程103が実行される。工程103においては、制御装置59がプラテン52を異なった速度 $\omega_{ORB}'$ でオービタル運動させ、供給器57が研磨パッド53の表面にスラリーS2を供給する。これまでに説明した実施形態ではバリアスラリーが用いられていたのに対し、この実施形態においてはスラリーS2は絶縁体スラリーである。さらに、制御回路59はウェハキャリア51を操作してウェハ11を、異なる回転速度 $\omega_{WC}'$ で回転させつつ、異なった研磨圧力 $FD'$ で研磨パッド53に接触させる。この第2研磨工程は絶縁体層25の一部を除去して、ディッシングおよびマイクロスクラッチを減少させる。さらに詳細には、絶縁体層23が研磨される結果、絶縁体層の表面（フィールド領域で部分237、コンタクト領域において部分238）が、図11Dに示すように、ほぼ同じ高さの表面を形成する。この研磨工程において、プラグ271（図11C）も研磨され、それによって比較的少ない量のメタルが除去されず11Dに示されるようにプラグ275が形成される。

## 【0038】

一実施形態において、スラリーS2は絶縁体層23の研磨に最適化される。好適には、スラリーS2は絶縁体対メタルでおおよそ10対1の選択比を有する。適切な絶縁体スラリーであればどのようなもので使用でき、たとえばCabot Corporation社のCabot SS12型、Rodel社のKlebosol 30H50を低いpHのSiO<sub>2</sub>条件下で用いることができる。もしくは、スラリーS2としてBaikowski International社のBaipplanar41型をpH4以下で使用する可以使用。このタイプのスラリーは、スラリーS1のpHと両立性のあるpHを持つので、工程63を省略することができる。この第2研磨工程においてはスラリーS2のメタルに対する絶縁体の選択性はよりいっそう大きくなるので、 $\delta$ の値（ディッシング）は効果的に減少する。さらに、マイクロスクラッチもまた減少する。その他の実施形態と同様に、単一のプラテンが使用されているので、CMPシステム50のスループットは前述の従来の2プラテンシステムよりもずっと大きい。

表3は、一実施形態であるこの処理の各工程の研磨パラメータの各値を簡潔にまとめたものである。

【表3】

	第1研磨	洗 浄	第2研磨
FD	3 - 6psi	0	2 - 4psi
$\omega_{WC}$	12 - 24rpm	なし	12 - 24rpm
$\omega_{ORB}$	200 - 400rpm	なし	200 - 400rpm
FR	50 - 150ml/分	100 - 400ml/分	50 - 200ml/分
時間	絶縁体を終了点	10秒	20 - 200秒
スラリー	Baipplanar 7L	DI水	Rodel Klebosol 30H50

【0039】

その他の実施形態において、工程101は同一のスラリーS1を用いつつソフトランディング手法のために2つの工程に分離することができる。この手法は、工程101を工程81および83（図8）で置き換えたのと実質的に同様である。

【0040】

図12および13は、Cuのダマシン（damascene）用途におけるCMPシステム50（図5）およびソフトランディング手法（図8）によって生じたディッシングおよび絶縁体侵食の量をそれぞれ示した図である。この例においては、おおよそ5000オングストロームの厚さのTEOS酸化物層がいくつかのウェハ上にデポジションされ、いくつかの大きさのトレンチがその上に形成された。各ウェハの絶縁体層の上に共形（conformal）のTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>バリア層、そしてその上にブランクettCu層がデポジションされる。バリアおよびメタル層はそれぞれ、おおよそ350オングストロームおよびおおよそ1.8 $\mu$ mの厚みを有する。さらに詳細には、この例はCuダマシン処理のためのディッシングおよび絶縁体侵食のSematech 926 Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>のパターンに準じている。これらのウェハは次にCMPシステム50（図5）およびソフトランディングシステム（図6）を用いて研磨される。表2で示された研磨パラメータにしたがって、Cabot 4110スラリーが第1研磨工程で用いられ、Cabot42

00スラリーが第2研磨工程で用いられる。

#### 【0041】

比較のために、その他のウェハが上述の従来の単一ステップの手法を用いて研磨された。IPEC 676研磨装置をCMPシステム50（図5）を実施するために用いた。図12および13に示されているように、ディッシングおよび絶縁体侵食において著しい改善が認められる。たとえば、5X10マイクロンのトレンチにおいて、CMPシステム50はディッシングをおおよそ50オングストロームにまで低減させ、絶縁体侵食をおおよそ710オングストロームにまで低減した。これに対し、従来の単一ステップのシステムではそれぞれの値は958オングストロームと1250オングストロームである。マイクロスクラッチに関しては大きな違いは認められなかった。

#### 【0042】

その他の例においては、Wコンタクトが、CMPシステム50および図5および6を参照してすでに説明した処理手法を用いて形成された。この例においては、TEOS酸化物層がいくつかのウェハの上にデポジションされ、0.5 $\mu$ mのコンタクトホールがそれに形成された。次に、800オングストロームの厚さのTiNバリア層および200オングストロームの厚さのTi層がこの酸化物層の上にデポジションされた。最後に、8000オングストロームの厚さのメタル（W）層がバリア層の上にデポジションされた。IPEC676研磨装置がCMPシステム50（図5）および2ステップ単一プラテン処理（図6）を実現するために用いられた。

#### 【0043】

Cabot SSW-2000スラリーが第1研磨工程で用いられる。DI水による洗浄工程なしで、変更を加えられたCabot SSW-2000スラリーが第2研磨工程で用いられる。さらに詳細には、上述の表1の研磨パラメータにしたがって、標準のCabot SSW-2000スラリーを希釈して、標準のスラリーよりも固形成分が少なくなるようにする（たとえば、標準の濃度よりも50%の固体成分濃度）。この実施形態では、従来の単一ステップシステムと比較して約50%の絶縁体侵食の低減を実現した。従来の単一ステップでの平均が2000オングストロームなのに対して、この実施形態ではおおよそ1000オングストロームであった。しかしながら、ディ

ッシングについてはわずかな低減しか認められなかった。たとえば、従来の単一ステップの処理の平均が250オングストロームなのに対し、本実施形態は245オングストロームであった。ディッシングが十分に減少しなかったのは、第1および第2研磨工程におけるスラリーが金属対バリアにおいておおよそ同じ選択性しか持たないためであると考えられる。マイクロクラッチに関してはおおよそきな違いは認められなかった。

#### 【0044】

さらに他の例において、W（タングステン）のコンタクトがCMPシステム50および図5および10を参照して説明した処理手法を用いて形成された。この例においては、TEOS酸化物層がいくつかのウェハにデポジションされ、0.5  $\mu$ mのコンタクトホールがそれに形成される。次に800オングストロームの厚さのTiNおよび200オングストロームの厚さのTiからなるバリア層がこの酸化物層の上にデポジションされる。最後に、8000オングストロームの厚さの金属（W）層がこのバリア層の上にデポジションされる。IPEC676研磨装置がCMPシステム50（図5）および2ステップ単一プラテン処理（図8）を実現するために用いられた。

#### 【0045】

Baiplanar 7Lスラリーが第1研磨工程において用いられ、TEOS酸化物層を露出させる。DI水による洗浄工程が第2研磨工程の前に実行される。第2研磨工程においては、Rodel Klebosol 30H50 低pH SiO<sub>2</sub>スラリーが、表3の研磨パラメータの下で用いられる。この実施形態は従来の単一ステップのシステムに比べてディッシングおよび絶縁体侵食の低減にわずかな改善を達成した。従来の単一ステップのシステムに比べて、ディッシングにおいておおよそ2%の低減、絶縁体侵食においておおよそ10%の低減が認められた。しかしながら、マイクロクラッチに関しては50%の減少が認められた。従来の単一ステップのシステムではおおよそ300オングストローム2乗根（root mean square:rms）であったのが、本実施形態においては150オングストローム（rms）である。ディッシングが顕著に減少しなかったのは、第2研磨工程における研磨時間がこの例では比較的短かった（すなわち30秒）ためであると考えられる。

## 【0046】

上述のマルチステップCMPシステムの実施形態は本発明の本質を説明するためのものであって、本発明はこれら特定の実施形態に限定されるものではない。たとえば、上述の開示をもとに、当業者であれば、なんらの創作的な努力なしに、ここに説明されたもの以外のスラリーやCMP装置を用いて本発明を実施することができる。詳細には、上述のオービタル方式のCMP機器の代わりに、回転方式のCMP装置を利用することができる。さらに、その他の実施形態においては3つ以上の研磨工程を単一のプラテンで使用して、スループット、ディッシング、絶縁体侵食について適切な最適化を実現することができる。さらに、当業者であれば、バリア層を持たない相互接続構造のための実施形態に適用することが可能である。さらに、本明細書を通じて「ウェハ」、「半導体ウェハ」という用語を使用しているが、これらの用語はより一般的に「加工品」という用語で呼ぶことができる。この「加工品」という用語は、半導体ウェハ、ベアまたはその他の半導体基板、能動素子または回路を含むもの、含まないもの、部分的に処理されたウェハ、シリコンオンインシュレータ(SOI)、ハイブリッドアセンブリ、フラットパネルディスプレイ、マイクロ・エレクトロ・メカニカルセンサ(MEMS)、MEMSウェハ、コンピュータハードディスク、その他の平坦化による利益を得られる物体を含む概念である。したがって、本発明の好適な実施形態が図示され、説明されているが、本発明の範囲および本質から離脱することなく様々な変更が可能であることが理解されよう。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、従来のCMPシステムを表した図である。

【図2】 図2A、図2Bは、従来の単一ステップのCMP処理におけるウェハの断面図である。

【図3】 図3は、従来のCMP処理後のマイクロスクラッチを持つウェハの一部分を示した図である。

【図4】 図4は、従来の2プラテン・2スラリーのCMPシステムを示す図である。

【図5】 図5は、本発明の一実施形態であるマルチステップCMPシステム

を表す図である。

【図6】 図6は、本発明の一実施形態である図5のマルチステップCMPシステムの動作を示す流れ図である。

【図7】 図7A-Dは、本発明の一実施形態である図5および6のマルチステップCMPシステム動作中におけるウェハの断面図である。

【図8】 図8は、本発明の他の実施形態である、図5のマルチステップCMPシステムの動作を示す流れ図である。

【図9】 図9A-Eは、本発明の一実施形態である、図5および図8のマルチステップCMPシステムの動作中におけるウェハの断面図である。

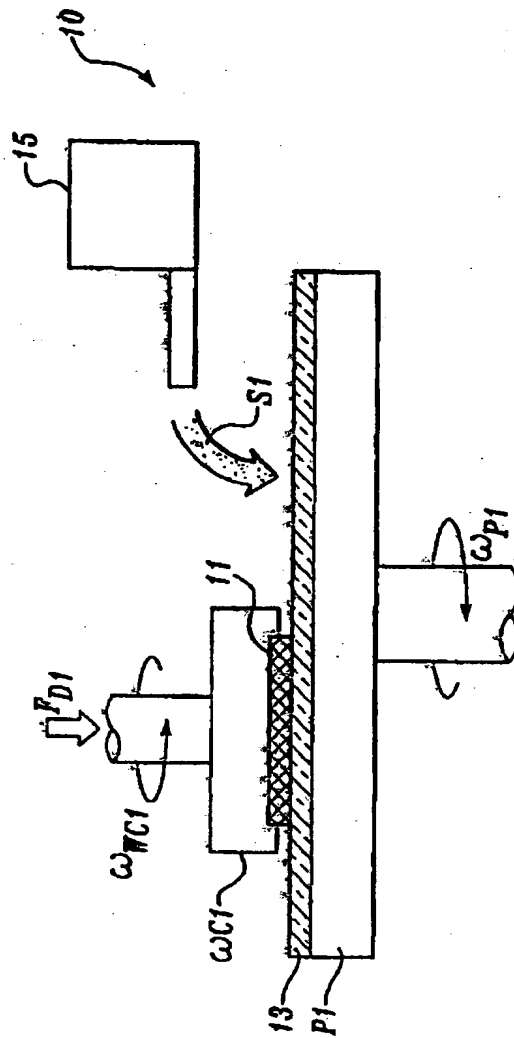
【図10】 図10は、本発明の他の実施形態である、図5のマルチステップCMPシステムの動作を示す流れ図である。

【図11】 図11A-Dは、本発明の一実施形態である図5および図10のマルチステップCMPシステムの動作中におけるウェハの断面図である。

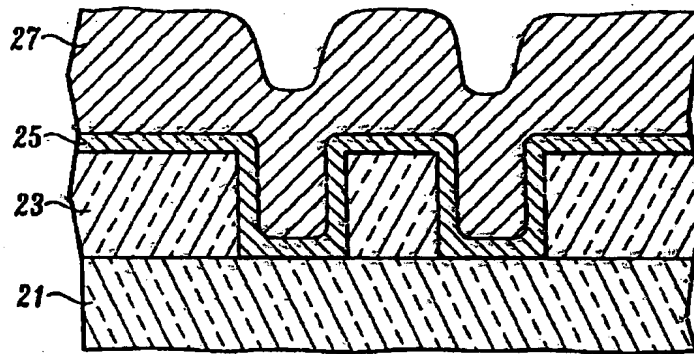
【図12】 図12は、本発明の一実施形態であるマルチステップCMPシステムと従来の単一ステップのCMPシステムのそれぞれによって生じるディッシング (dishing) の比較図である。

【図13】 図13は、本発明の一実施形態であるマルチステップCMPシステムと従来の単一ステップのCMPシステムのそれぞれによって生じる絶縁体侵食の比較図である。

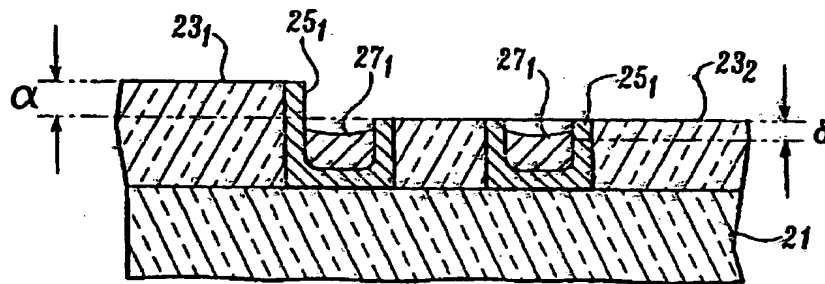
【図 1】



【図2】

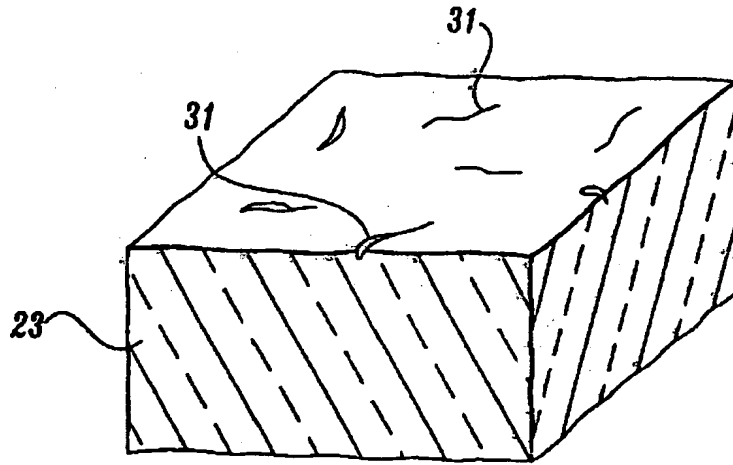


*Fig. 2A.*  
(PRIOR ART)



*Fig. 2B.*  
(PRIOR ART)

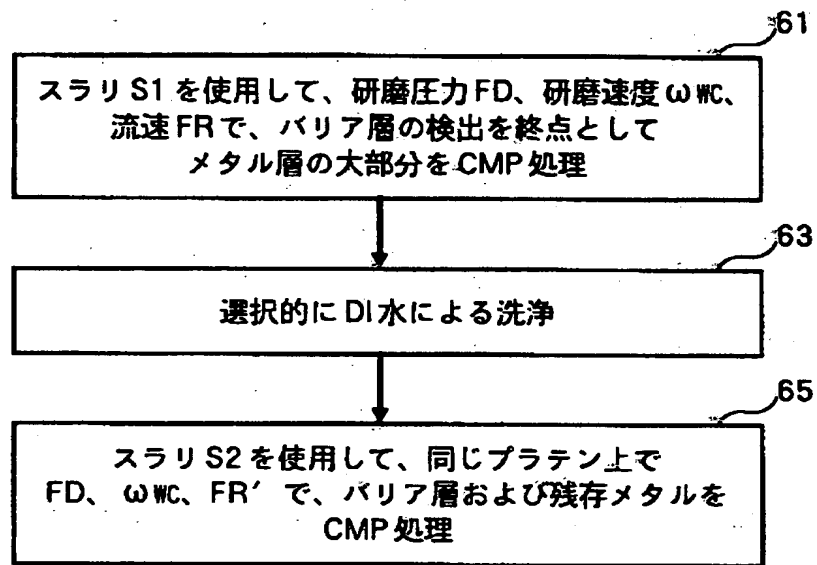
【図 3】



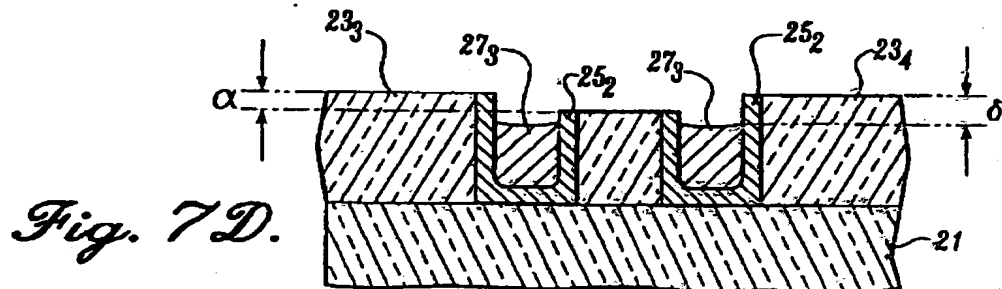
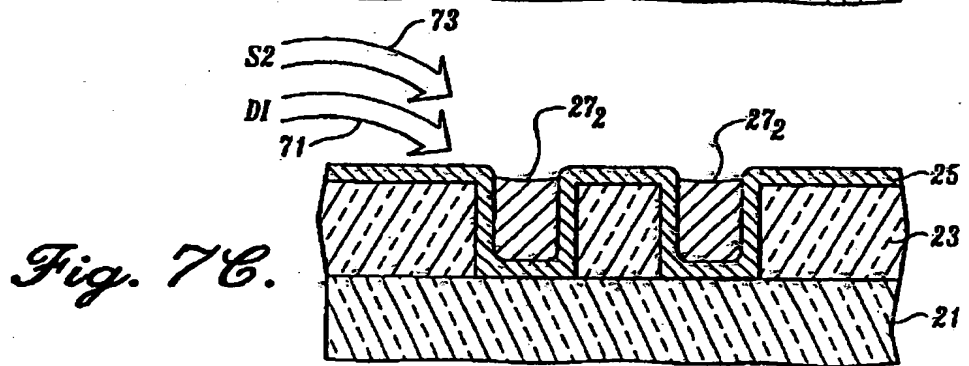
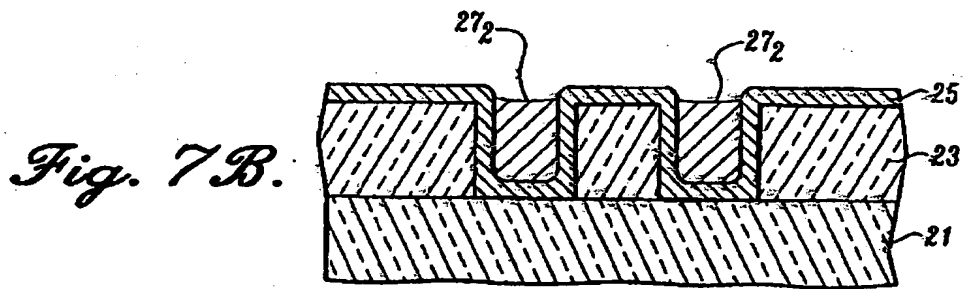
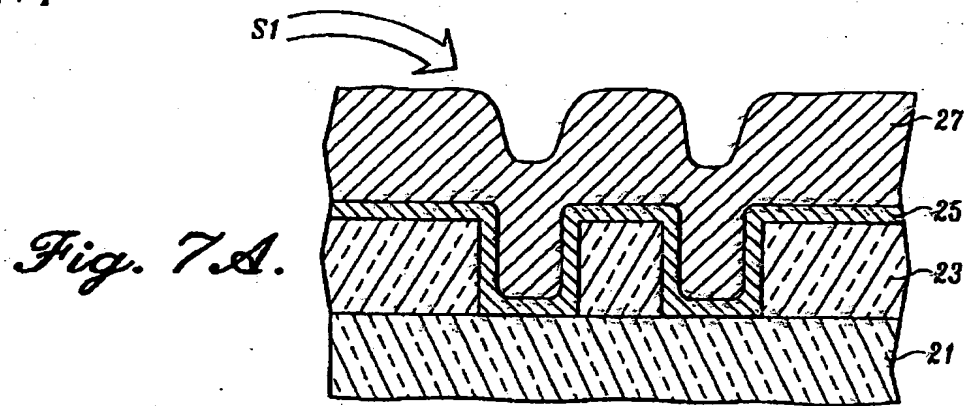




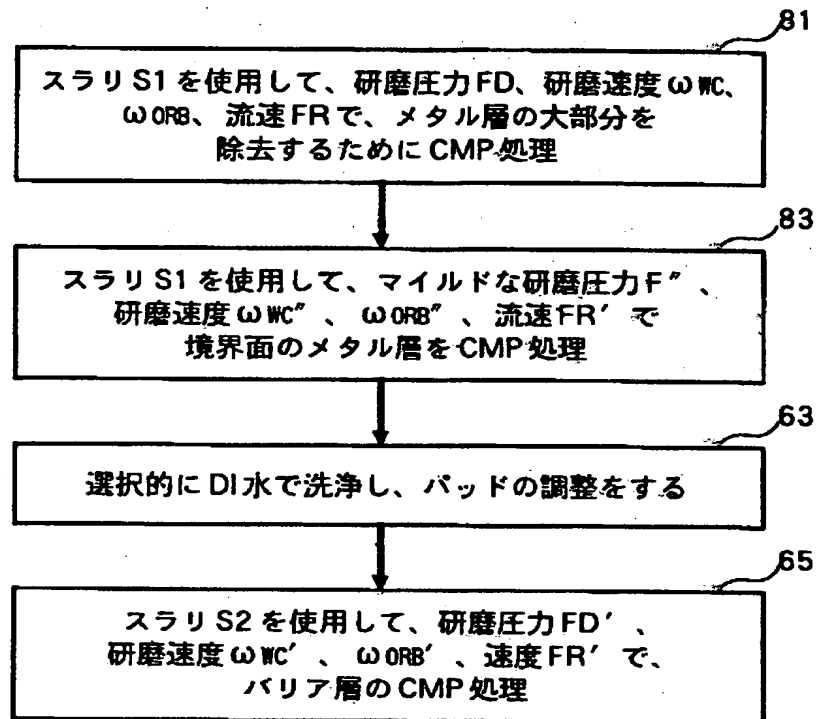
【図6】



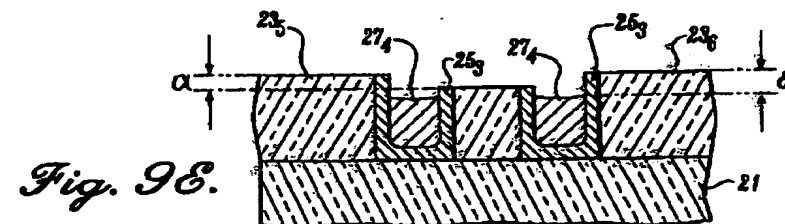
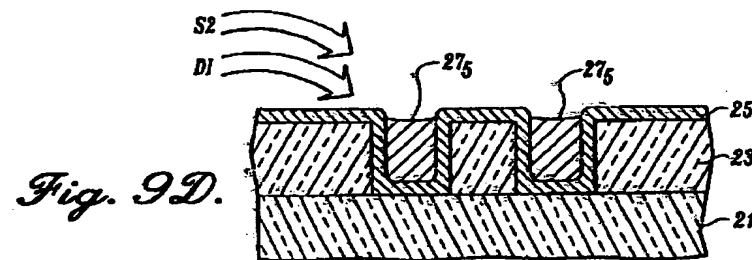
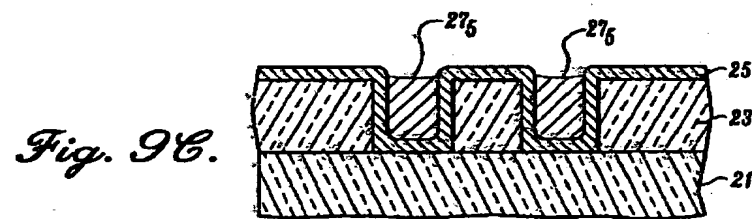
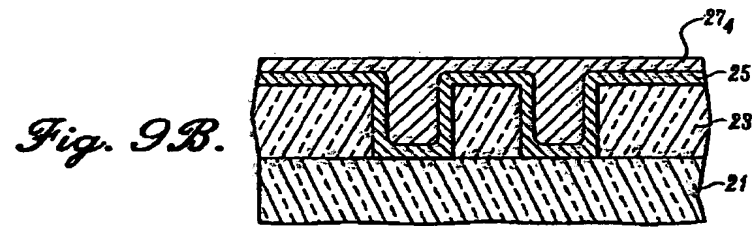
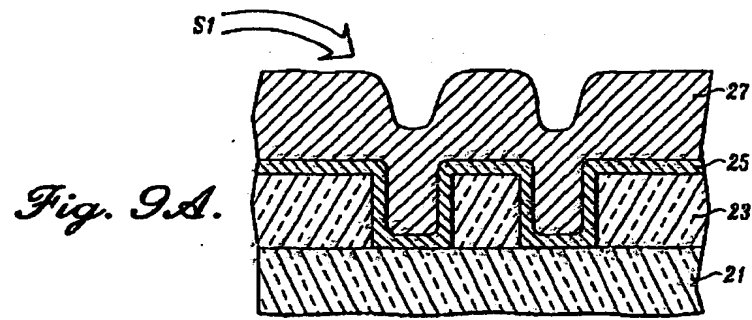
【図7】



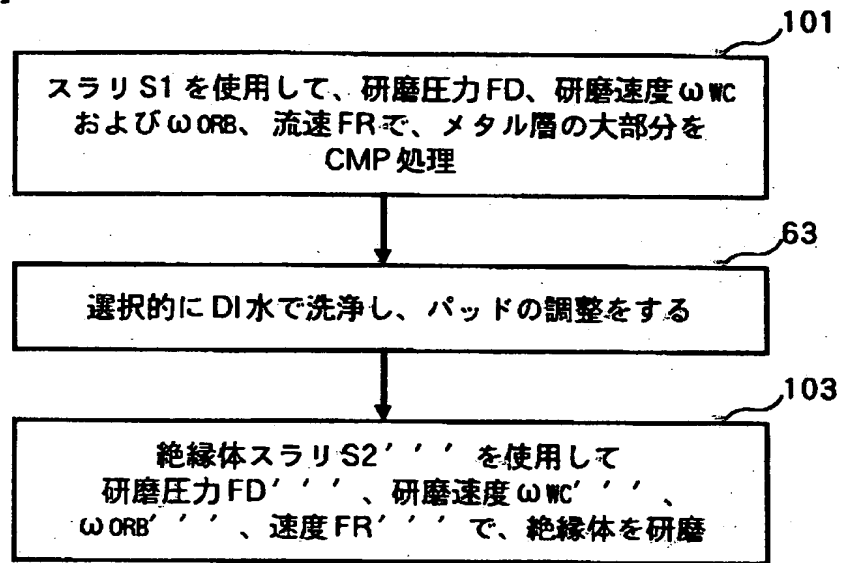
【図8】



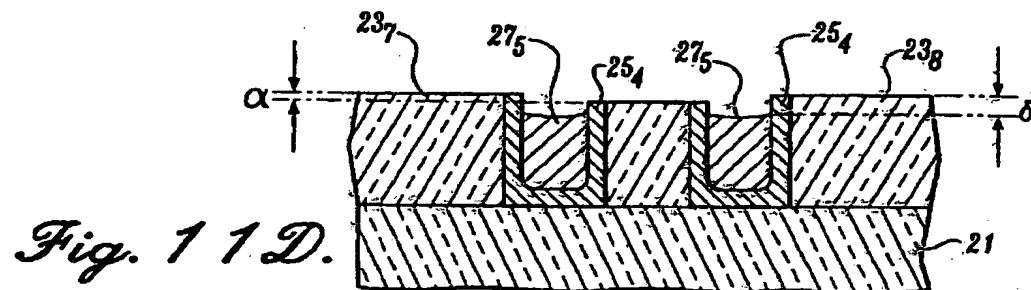
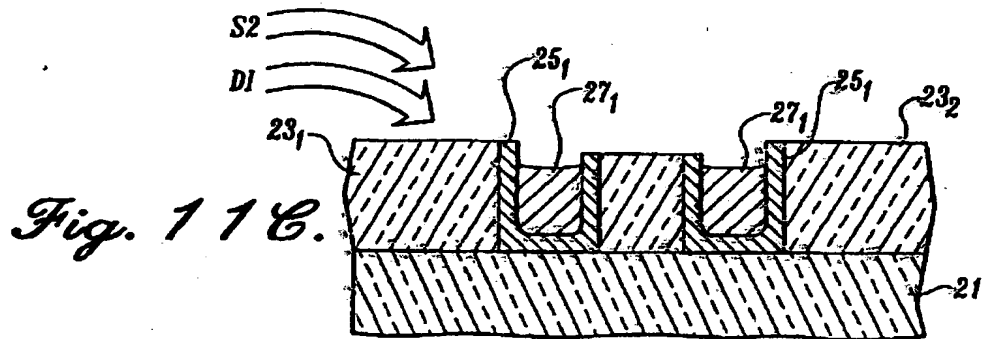
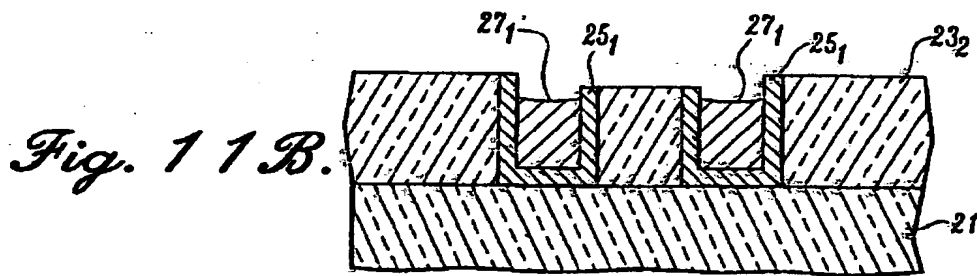
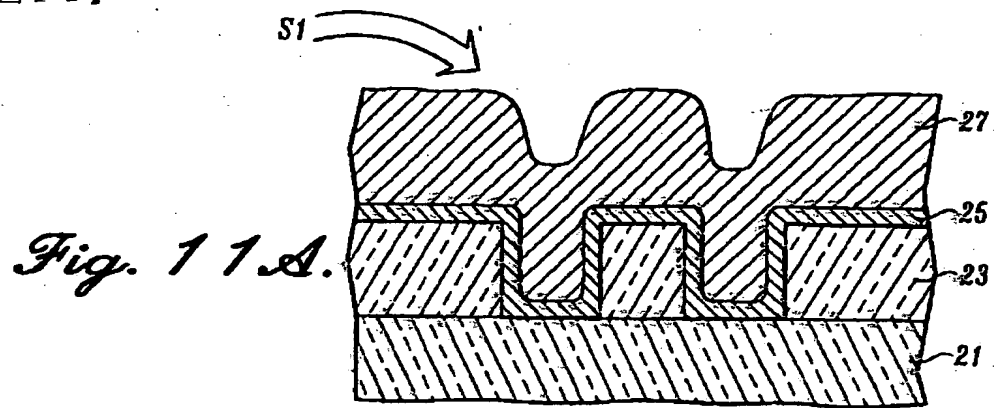
【図 9】



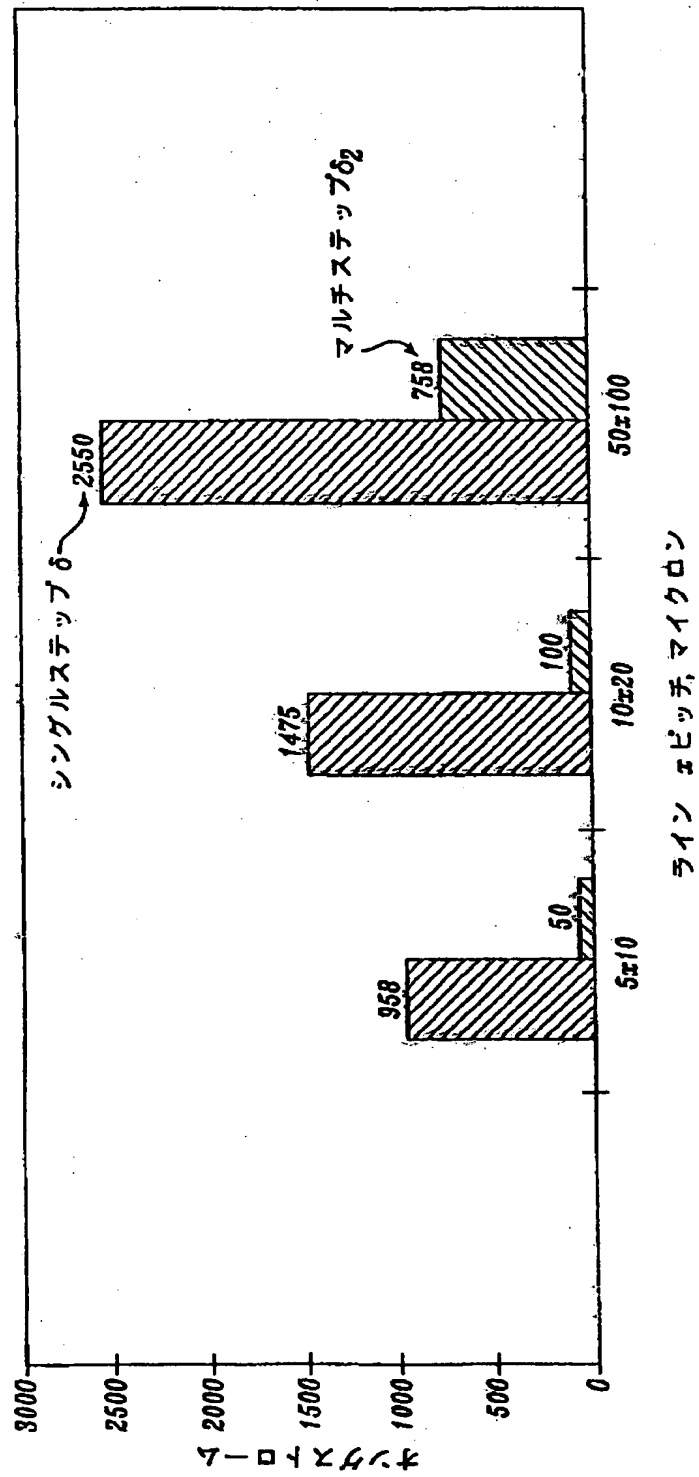
【図10】



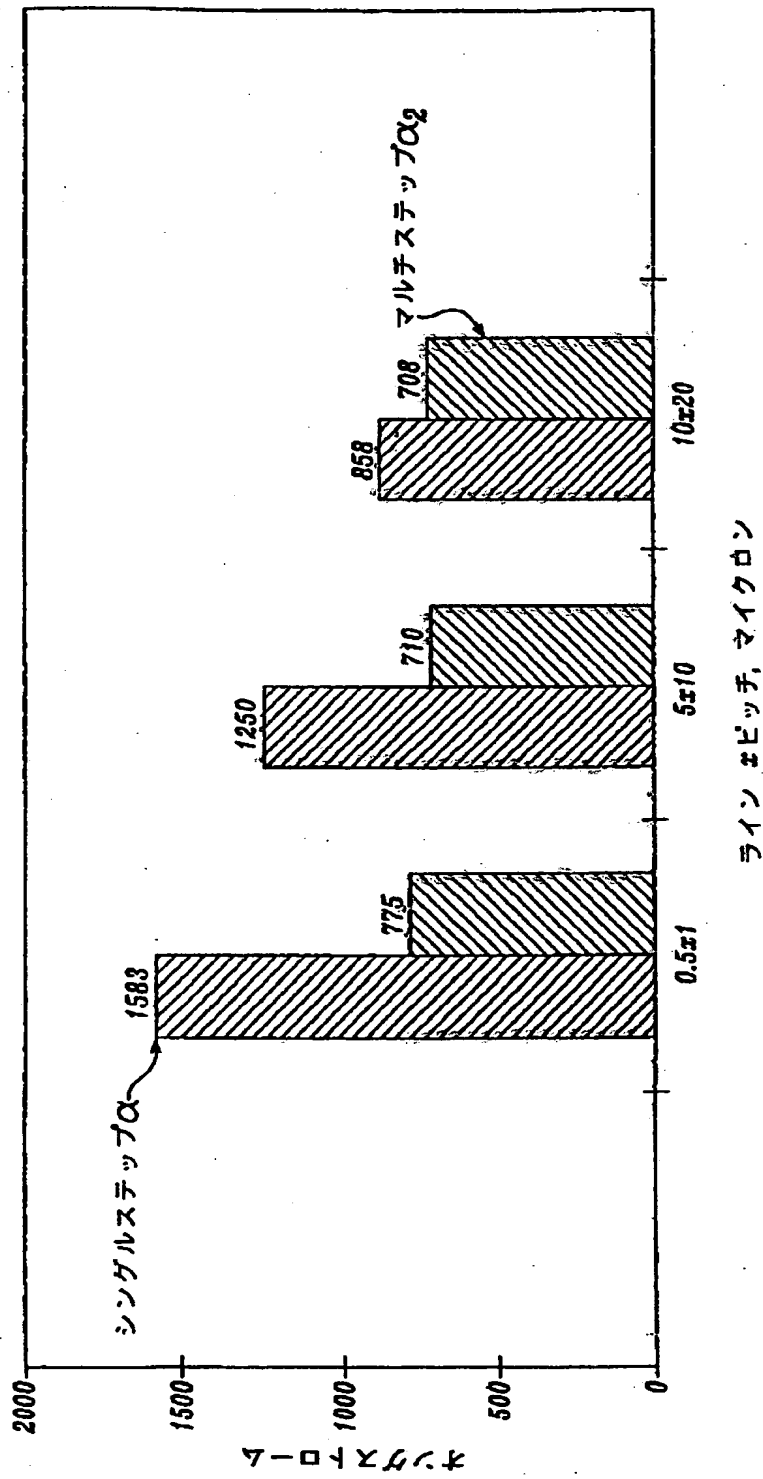
【図 11】



【図12】



【図13】



【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成13年1月17日(2001. 1. 17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェハのケミカル・メカニカル・ポリッシング（以下、CMPという。）を実行するための方法であって、

集積回路のメタル相互接続を製造する工程において、ウェハのCMPを実行する装置を使用し、

前記ウェハはその上に、相互接続を定義するようにパターン形成された絶縁体層が形成され、バリア層がこの絶縁体層上に形成され、メタル層がこのバリア層の上方に形成されており、

このCMP装置は、研磨パッドがその上に装着されたプラテンと、スラリー供給器と、ウェハキャリアとを有する、前記方法は、

前記ウェハキャリアを用いて前記CMP装置の前記研磨パッドの動作位置に前記ウェハを配置する段階と、

前記CMP装置に第1の研磨パラメータを設定して前記研磨パッドおよび第1スラリーを用いて前記ウェハの第1研磨を行う段階であって、前記第1研磨は前記バリア層を露出させる段階と、

前記CMP装置に第2の研磨パラメータを設定して前記研磨パッドおよび第2スラリーを用いて前記ウェハの第2研磨を行う段階であって、前記第2研磨は前記第1研磨において、相互接続を形成しないバリア層の一部を除去するために使用された研磨パッドおよびプラテンを用いて実行され、前記第2スラリーは前記第1スラリーとは異なる段階とを含む方法。

【請求項2】 前記メタル層は銅を含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層内相互接続の一部分を含む、請求項1記載の方法。

【請求項 3】 前記メタル層はタングステンを含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層間相互接続の一部分を含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 前記第2研磨において前記第2スラリーの能力がおおきな大きな影響を受けないように前記第1研磨の後に前記研磨パッドを洗浄する段階をさらに含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】 前記研磨パッドを洗浄する段階は脱イオン水で前記研磨パッドを洗浄して前記研磨パッドから前記第1スラリーを取り除く段階を含む、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】 前記研磨パッドを洗浄する段階は、前記研磨パッドを調整する段階を含む、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】 前記第1研磨は、前記メタル層の一部を取り除いてバリア層の一部を露出させ、残存するメタル層の一部を残して前記絶縁体層に定義された相互接続の一部として機能させる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】 前記研磨パッドを洗浄する段階を含み、その後に前記第2研磨を実行する請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】 前記ウェハの第 1 研磨を行う段階は、バリア層の部分が完全に露出する前に、第3の研磨パラメータの下で第1スラリーを使用してウェハを研磨する段階をさらに含み、前記第3研磨パラメータは前記第1研磨パラメータの対応するパラメータとは少なくとも一つのパラメータにおいて異なる、請求項 7 記載の方法。

【請求項 10】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれと比較して、メタル層よりもバリア層に対してより選択的である、請求項 7 記載の方法。

【請求項 11】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーと比較して低い固体濃度を有する、請求項 7 記載の方法。

【請求項 12】 前記第 2 スラリーは、前記第1スラリーとおおよそ同じ pH を有する、請求項 7 記載の方法。

【請求項 13】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子の平均直径は、前記第1スラリーの研磨粒子のそれよりも小さい、請求

項7記載の方法。

【請求項14】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子は前記第1スラリーの研磨粒子よりも平均してよりソフトである、請求項7記載の方法。

【請求項15】 前記第1研磨はメタルおよびバリア層の一部を取り除いて絶縁体層の一部を露出させるとともに、メタルおよびバリア層の残存部分を残して前記絶縁体層に定義された相互接続として機能させる、請求項1記載の方法。

【請求項16】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれよりも、メタル層に対する絶縁体層への選択性が高い、請求項15記載の方法。

【請求項17】 前記第2研磨が、前記絶縁体層の前記露出部分の上部を除去するために実行される、請求項15記載の方法。

【請求項18】 集積回路のメタル相互接続を製造する工程において、ウェハのケミカル・メカニカル・ポリッシング（以下、CMPという。）を実行する装置であって、前記ウェハはその上に、相互接続を定義するようにパターン形成された絶縁体層が形成され、バリア層がこの絶縁体層上に形成され、メタル層がこのバリア層の上方に形成されている、前記装置は、

第1の研磨パラメータにしたがって第1スラリーを用いて前記ウェハの第1研磨を行う研磨手段であって、前記第1研磨手段は前記第1研磨を実行するためのプラテンと当該プラテンの上に装着された研磨パッドとを有し、前記第1研磨は前記メタル層の下方の前記バリア層または前記絶縁体層を露出させ、前記研磨手段は第2の研磨パラメータにしたがって第2スラリーを用いて前記ウェハの第2研磨を行い、前記第2研磨は前記第1研磨に使用されたプラテンおよび研磨パッドを用いて実行され、前記第2スラリーは前記第1スラリーとは異なる、ところの研磨手段と、

少なくとも前記第1および第2の研磨パラメータが設定されている制御装置とを含む装置。

【請求項19】 前記メタル層は銅を含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層内相互接続の一部分を含む、請求項18記載の装置。

【請求項20】 前記メタル層は銅を含んで構成され、前記絶縁体層に定義され

た相互接続は少なくとも層内相互接続の一部を含む、請求項18記載の装置。

【請求項21】 前記第2研磨において前記第2スラリーの能力が大きな影響を受けないように前記第1研磨の後に前記研磨パッドを洗浄する工程を実行する洗浄手段をさらに有する、請求項18記載の装置。

【請求項22】 前記洗浄手段は、脱イオン水で前記研磨パッドを洗浄して前記研磨パッドから前記第1スラリーを取り除く、請求項21記載の装置。

【請求項23】 前記洗浄手段は、前記研磨パッドを調整するように構成されている、請求項22記載の装置。

【請求項24】 前記研磨手段は、前記第1研磨において前記メタル層の一部を取り除いてバリア層の一部を露出させ、前記第1研磨において残存するメタル層の一部を残して前記絶縁体層に定義された相互接続の一部として機能させる、請求項18記載の装置。

【請求項25】 前記研磨手段は、前記絶縁体層中に定義された相互接続の一部を構成しない前記バリア層の露出部分を、前記第2研磨において取り除く、請求項24記載の装置。

【請求項26】 前記研磨手段はさらに、前記バリア層の部分が完全に露出する前に、第3の研磨パラメータの下で第1スラリーを使用してウェハを研磨するように設定され、前記第3研磨パラメータは前記第1研磨パラメータの対応するパラメータとは少なくとも一つのパラメータにおいて異なる、請求項24記載の装置。

【請求項27】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれと比較して、メタル層よりもバリア層に対してより選択的である、請求項24記載の装置。

【請求項28】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーと比較して低い固体濃度を有する、請求項24記載の装置。

【請求項29】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーとおおよそ同じpHを有する、請求項24記載の装置。

【請求項30】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子の平均直径は前記第1スラリーの研磨粒子のそれよりも小さい、請求項24記載の装置。

【請求項31】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの

研磨粒子は前記第1スラリーの研磨粒子よりも平均してよりソフトである、請求項24記載の装置。

【請求項32】 前記研磨手段は、前記第1研磨においてメタルおよびバリア層の一部を取り除いて絶縁体層の一部を露出させるとともに、メタルおよびバリア層の残存部分を残して前記絶縁体層に定義された相互接続として機能させる、請求項18記載の装置。

【請求項33】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれよりも、メタル層に対する絶縁体層への選択性が高い、請求項32記載の装置。

【請求項34】 前記第2研磨において、前記絶縁体層の前記露出部分の上部を除去する、請求項32記載の装置。

【請求項35】 ウェハの研磨を行うケミカル・メカニカル・ポリッシング（以下、CMPという。）装置であって、前記ウェハはその上に、相互接続を定義するようにパターン形成された絶縁体層が形成され、バリア層がこの絶縁体層上に形成され、メタル層がこのバリア層の上方に形成されている、前記CMP装置は、研磨パッドが装着されるプラテンと、

前記研磨パッドと動作上連携する供給器であって、複数のスラリーを互いに分離して貯蔵し、前記貯蔵されたスラリーの一つまたはそれ以上を選択的に前記研磨パッドに供給する供給器と、

前記ウェハを保持するウェハキャリアと、

前記プラテン、前記供給器およびウェハキャリアと結合した制御装置であって、複数の研磨パラメータが設定されており、前記CMP装置と通信して少なくともウェハの第1研磨および第2研磨を実行する制御装置とを含み、

前記第1研磨において、前記制御装置は第1研磨パラメータにしたがって前記ウェハと前記研磨パッドとの間に研磨動作を生じさせるように前記ウェハキャリアと前記プラテンとを動作させるとともに、前記供給器に第1スラリーを前記ウェハと前記研磨パッドの境界面に供給させ、前記第1研磨がメタル層の下方にあるバリア層または絶縁体層を露出させ、前記第2研磨において、前記制御装置は第2研磨パラメータにしたがって前記ウェハと前記研磨パッドとの間に研磨動作を生じさせるように前記ウェハキャリアを動作させるとともに、前記供給器に第2ス

ラリーを前記ウェハと前記研磨パッドの境界面に供給させ、前記第2スラリーは前記第1スラリーとは異なる、CMP装置。

【請求項36】 軌道運動を行うCMP装置であることを特徴とする、請求項35記載のCMP装置。

【請求項37】 前記メタル層は銅を含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層内相互接続の一部分を構成する、請求項35記載のCMP装置。

【請求項38】 前記メタル層はタングステンを含んで構成され、前記絶縁体層に定義された相互接続は少なくとも層間相互接続の一部分を構成する、請求項35記載のCMP装置。

【請求項39】 前記研磨パッドを洗浄して、前記研磨パッドから前記第1スラリーを除去するように構成されたパッド調整器をさらに有する、請求項35記載のCMP装置。

【請求項40】 前記制御装置は、前記調整器に、前記研磨パッドの洗浄の間、脱イオン水で前記研磨パッドを洗浄して前記研磨パッドから前記第1スラリーを取り除くように動作させる、請求項39記載のCMP装置。

【請求項41】 前記第1研磨は、前記メタル層の一部を取り除いてバリア層の一部を露出させ、残存するメタル層の一部を残して前記絶縁体層に定義された相互接続の一部として機能させる、請求項35記載のCMP装置。

【請求項42】 前記第2研磨は、前記絶縁体層中に定義された相互接続の一部を構成しない前記バリア層の露出部分を取り除く、請求項41記載のCMP装置。

【請求項43】 前記第1研磨はさらに、前記バリア層の部分が完全に露出する前に、第3の研磨パラメータの下で第1スラリーを使用してウェハを研磨し、前記第3研磨パラメータは前記第1研磨パラメータの対応するパラメータとは少なくとも一つのパラメータにおいて異なる、請求項41記載のCMP装置。

【請求項44】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれと比較して、メタル層よりもバリア層に対してより選択的である、請求項41記載のCMP装置。

【請求項45】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーと比較して低い固体濃度

を有する、請求項41記載のCMP装置。

【請求項46】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーとおおよそ同じpHを有する、請求項41記載のCMP装置。

【請求項47】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子の平均直径は前記第1スラリーの研磨粒子のそれよりも小さい、請求項41記載のCMP装置。

【請求項48】 前記第1、第2スラリーは研磨粒子を含み、前記第2スラリーの研磨粒子は前記第1スラリーの研磨粒子よりも平均してよりソフトである、請求項41記載のCMP装置。

【請求項49】 前記第1研磨は、前記第1研磨においてメタルおよびバリア層の一部を取り除いて絶縁体層の一部を露出させるとともに、メタルおよびバリア層の残存部分を残して前記絶縁体層に定義された相互接続として機能させる、請求項35記載のCMP装置。

【請求項50】 前記第2スラリーは、前記第1スラリーのそれよりも、メタル層に対する絶縁体層への選択性が高い、請求項49記載のCMP装置。

【請求項51】 前記第2研磨を前記絶縁体層の前記露出部分の上部を除去するために実行する、請求項49記載のCMP装置

【請求項52】 加工品上に相互接続を形成する方法であって、前記加工品はその上に、前記相互接続を定義するようにパターンが形成された絶縁体層が形成され、バリア層がこの絶縁体層上に形成され、導電層がこのバリア層の上方に形成されている、前記方法は、

前記加工品を研磨して、第1スラリー、第1研磨パラメータおよび研磨パッドを用いて前記導電層の下方にある前記バリア層または絶縁体層を露出させる段階と、前記研磨パッドを洗浄する段階と、

前記研磨パッドを調整する段階と、

第2スラリー、第2研磨パラメータおよび前記研磨パッドを用いて実質的に平坦な研磨表面を持つように前記加工品を研磨する段階とを含み、前記第1スラリーは前記第2スラリーとは異なる方法。

【請求項53】 加工品上に相互接続を形成する装置であって、前記加工品はそ

の上に、前記相互接続を定義するようにパターンが形成された絶縁体層が形成され、バリア層がこの絶縁体層上に形成され、導電層がこのバリア層の上方に形成されている、前記装置は、

研磨パッドが装着されるプラテンと、  
前記研磨パッドと動作上連携してスラリーを供給する供給器であって、複数のスラリーを互いに分離して貯蔵し、前記貯蔵されたスラリーの一つまたはそれ以上を選択的に導管を介して前記研磨パッドに供給する供給器と、  
前記加工品を選択的に保持するキャリアと、  
前記研磨パッドと動作上選択的に連携する調整器と、  
前記プラテン、前記供給器、前記調整器および前記キャリアと結合した制御装置であって、少なくとも前記加工品の第1研磨および第2研磨を前記装置に実行させるように設定されている制御装置とを含み、  
前記第1研磨において、前記制御装置は第1研磨パラメータにしたがって前記加工品と前記研磨パッドとの間に研磨動作を生じさせるように前記キャリアと前記プラテンとを動作させるとともに、前記供給器に第1スラリーを前記加工品と前記研磨パッドの境界面に供給させ、前記第1研磨の後に前記調整器に研磨パッドの調整を行わせ、  
前記第2研磨において、前記制御装置は第2研磨パラメータにしたがって前記加工品と前記研磨パッドとの間に研磨動作を生じさせるように前記キャリアおよび前記プラテンを動作させるとともに、前記供給器に第2スラリーを前記加工品と前記研磨パッドの境界面に供給させ、前記第2スラリーは前記第1スラリーとは異なる装置

【請求項54】 ケミカル・メカニカル・ポリッシング（以下、CMPという。）装置を用いて、CMPを実行するための方法であって、

前記CMPは集積回路のメタル相互接続を製造する工程においてウェハに対して実行され、

前記ウェハはその上に、前記相互接続を定義するようにパターン形成された絶縁体層が形成され、バリア層がこの絶縁体層上に形成され、メタル層がこのバリア層の上方に形成されており、

このCMP装置は、研磨パッドがその上に装着されたプラテンと、スラリー供給器と、ウェハキャリアとを有する、前記方法は、  
前記ウェハキャリアを用いて前記CMP装置の前記研磨パッドの動作位置に前記ウェハを配置する段階と、  
前記CMP装置に第1の研磨パラメータを設定して第1スラリーを用いて前記ウェハの第1研磨を行う段階と、  
前記メタル層の下方で前記バリア層の上に形成された層を検出する段階と、  
前記メタル層の下方で前記バリア層の上に形成された層が検出されたときに前記第1研磨を停止する段階と、  
前記CMP装置に第2の研磨パラメータを設定して第2スラリーを用いて前記ウェハの第2研磨を行う段階とを含み、前記第2研磨は前記第1研磨において使用された研磨パッドおよびプラテンを用いて実行され、前記第2スラリーは前記第1スラリーとは異なる方法。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B24B37/04 H01L21/768 H01L21/321		Intern. Appl. No. PCT/US 99/30112
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B24B H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where precise, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	US 5 934 980 A (KOOS DANIEL A ET AL) 10 August 1999 (1999-08-10) column 1, line 65 - column 2, line 31 column 5, line 38 - line 45; figure 3	1, 3, 4
P, X	EP 0 887 153 A (APPLIED MATERIALS INC) 30 December 1998 (1998-12-30) abstract; figures 1, 2, 9 -/-	16, 35
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "B" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 April 2000		Date of mailing of the international search report 15. 09. 2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P. B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epc nl Fax: (+31-70) 340-2016		Authorized officer Petrucci, L

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.  
 PCT/US 99/30112

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97 28925 A (WISCONSIN ALUMNI RES FOUND) 14 August 1997 (1997-08-14)	1,4-6, 18, 21-23, 35,36, 39,40
Y	page 7, line 14 -page 8, line 33	9,12,13, 19,20, 24-27, 29-31, 37,38, 41-44, 46-48
	page 19, line 15 - line 31; figure 17 page 20, line 35 -page 21, line 16 page 21, line 29 -page 22, line 3 page 22, line 13 - line 22 page 22, line 36 -page 23, line 23 page 24, line 22 -page 26, line 10	
X	US 5 676 587 A (FISHER JR THOMAS ROBERT ET AL) 14 October 1997 (1997-10-14)	1-3,7,8, 10,14
Y	abstract; figures 1-3	9,12,13, 19,20, 24-27, 29-31, 37,38, 41-44, 46-48
	column 3, line 10 -column 4, line 10	
X	US 5 516 346 A (FELLER DANIEL A ET AL) 14 May 1996 (1996-05-14)	1-3,7,8, 11, 18-20, 24,25, 28, 35-38, 41,42, 45,52
	column 8, line 17 - line 55; figures 3A-3D column 10, line 1 - line 20; figures 4A-4C	
X	WO 98 44061 A (ADVANCED CHEM SYSTEMS INT) 8 October 1998 (1998-10-08)	1,15-18, 32-35, 49-51
	page 14, line 15 -page 15, line 11 page 21, line 10 -page 23, line 29	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US 99/30112**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(b).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-51

Remarks on Protest:

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US 99/80112

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/SA/ 210

## 1. Claims: 1-51

Multi-step CMP method and apparatus.

## 1.1. Claims: 1-3, 18-20, 35-37

Optimization of the CMP process and apparatus to polish a specific metal.

1.2. Claims: (1,7-14), (1,15-17), (18,24-31), (18,32-34),  
(35,41-48), (35,49-51)

Optimization of the first polishing step.

## 2. Claims: 52,53

Process to fabricate a wiring structure.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 99/30112

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5934980	A	10-08-1999	NONE	
EP 0887153	A	30-12-1998	JP 11070464 A SG 67505 A	16-03-1999 21-09-1999
WO 9728925	A	14-08-1997	US 5718618 A AU 1841797 A CA 2245498 A EP 0879115 A JP 2000507161 T	17-02-1998 28-08-1997 14-08-1997 25-11-1998 13-06-2000
US 5676587	A	14-10-1997	NONE	
US 5516346	A	14-05-1996	US 5340370 A US 6046099 A US 5836806 A US 5954975 A	23-08-1994 04-04-2000 17-11-1998 21-09-1999
WO 9844061	A	08-10-1998	US 5993685 A AU 6944598 A EP 0971993 A	30-11-1999 22-10-1998 19-01-2000

## フロントページの続き

- (72)発明者 カレイ ホーランド  
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85028, フェニックス、イースト ファンフォールド  
ライブ 4117
- (72)発明者 アジョイ ザッヒ  
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85226, チャンドラー、ノース シシリー ドライブ  
862
- (72)発明者 フェン ダイ  
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85204, メサ、イースト ジャベリナ アベニュー  
3318
- (72)発明者 イール ゴットキス  
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85296, ギルバート、ノース オレンジウッド ストリート 1645
- (72)発明者 ジェリー シー・ヤン  
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85202, メサ、ウエスト オラ アベニュー 2152
- (72)発明者 デニス シェイ  
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85213, メサ、イースト ジャスミン 2407
- (72)発明者 フレッド ミッシェル  
アメリカ合衆国、アリゾナ州, フェニックス、イースト カピストラノ アベニュー  
4836
- (72)発明者 リン ヤン  
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85044, フェニックス、イースト アゲイブ ロード  
4031

Fターム(参考) 3C058 AA07 AC04 BA02 BA09 CB02  
CB03 DA06 DA09 DA12 DA17

## 【要約の続き】

してメタル相互接続として使用する。次に、絶縁体スラリーを使用した第2研磨工程を実行して、メタルスクラッチを減少させる。